

LA CARACTERIZACIÓN DEL SONIDO: UN ESTUDIO ALREDEDOR DEL TONO

ESTEFANIA GOMEZ BRIÑEZ

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN FÍSICA

BOGOTÁ D.C.

2017

LA CARACTERIZACIÓN DEL SONIDO: UN ESTUDIO ALREDEDOR DEL TONO

ESTEFANIA GOMEZ BRIÑEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN FÍSICA

ASESORES:

JUAN CARLOS CASTILLO AYALA

DIANA YISED CÁRDENAS VALBUENA

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN FÍSICA

BOGOTÁ D.C.


2017

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a Dios por este logro tan importante, a mi familia que estuvo en todo el proceso de realización de este trabajo, gracias papito Mario Gómez Herrera tus grandes enseñanzas me ayudaron a ser la persona que soy, por acompañarme siempre en todo momento y ser una guía, a mi mamita María Teresa Briñez Peñuela para ti mis mayores agradecimientos me enseñaste muchos valores, fuiste y seguirás siendo mi motor para seguir cumpliendo todas mis metas, ya no te encuentras conmigo pero sé que en donde estas seguramente estas muy feliz porque se culminó este ciclo y lo cumplí, a ti mamita te dedico este trabajo porque eres mi mayor inspiración. A Manuel Cubillos López por tu apoyo incondicional por darme la fortaleza necesaria para seguir en la lucha con este propósito que llevo a su fin.

A Juan Carlos Castillo Ayala y a Diana Yised Cárdenas Valbuena por sus enseñanzas, paciencia y dedicación sin ustedes no hubiera sido posible crear tan maravillosa obra, de los dos me llevo las mejores enseñanzas para mi formación como docente.


Finalmente, a mis compañeros Dina Luz Moreno Sánchez y John Lombana Duran por los momentos que vivimos en el transcurso de esta experiencia y por el apoyo cuando creí que no podía más. Solo me queda por decir por fin lo logre ahora si dígame licenciada.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al servicio</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 66	


1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	La caracterización del sonido: un estudio alrededor del tono
Autor	Gómez Briñez, Estefanía
Director	Juan Carlos Castillo Ayala, Diana Yised Cárdenas Valbuena
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017.42 P.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	SONIDO, TONO, NATURALEZA DEL SONIDO, ARMONIA, INVESTIGACION CORTE CUALITATIVO, INSTRUMENTOS MUSICALES.

2. Descripción
<p>La presente investigación es un estudio acerca del tono como cualidad del sonido, en donde se abordan aspectos y elementos que se fundamentan en el trabajo de Pitágoras con las cuerdas vibrantes. Este trabajo surgió a partir de las prácticas como docente en formación, mediante un trabajo de campo en el aula. Allí se observó cómo los estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa De Bosa construyen su conocimiento con base a su experiencia. Y de qué manera la exploración con instrumentos musicales permitió ahondar y conocer diferentes sonoridades producidas por cuerdas de diferentes longitudes y grosores con el propósito de identificar tonalidades entre intervalos consonantes.</p>

3. Fuentes
<p>Las fuentes bibliográficas del presente trabajo son:</p> <p>ANSA, A. M. (s.f.). El txistu. Sus ondas armónicas</p> <p>Andrew Rex,R.W.(s.f.) fundamentos de física.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al servicio</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 66	

- Alfonso, K, &Cárdenas, D. (2015.). La convertibilidad como una estrategia epistemológica para el estudio de los fenómenos físicos (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia
- Cromer, A.H.(s.f.) Física para las ciencias de la vida. Reverte, S.A.
- Fernández, M. (2000). Acústica para todos, ¡incluidos los músicos!
- Gonzalez-Davila, J. (s.f.), Matemáticas y música, sobre la contribución de las matemáticas a la teoría del sonido.
- Helmholtz, H.L. (1885). On the sensations of tone.
- Jiménez, G, & Pedreros R. (2016). El aula como sistema de relaciones módulo de pedagogía II.
- Martin, A.P. (2008). matemáticas en la música,17-21.
- Miyara, F. (s.f.). La música de las esferas: de Pitágoras a xenakis... y más acá., 1-19.
- Marcelo Alonso, Virgilio Acosta. (1986). Introducción a la física II acustica-optica, electromagnetismo. Bogotá publicaciones cultural.
- Mesa, A.g.(s.f).Oscilaciones y ondas. Universidad Nacional De Colombia.
- Martínez, R., J. (2010). La música de las esferas traditio y el canon astronómico-musical de kepler,4-15.
- Ozamis, M.O. (1986). Los pitagóricos.
- Pastor, V. (s.f.). Introducción a la acústica de los instrumentos de viento-metal.
- Reyes, M.M. (2006). Música como ciencia y las ciencias de la música: su importancia en la educación.
- Resnick, R., Hallyday, D., &Krane, K. (s.f). física volumen I.
- Stolik, D. (2005). El aporte de los físicos al desarrollo de la música.
- Saitta, C. (2004). El timbre como factor estructurante.
- Tiburcio, S. (2001-2002). Música y matemáticas, 21-26.
- Tomasini, M.C. (2003). El fundamento matemático de la escala musical y sus raíces pitagóricas.
- Tippens, P.E.(s.f.). física conceptos y aplicaciones quinta edición.
- Vidal.J.(1984). Curso de fisica-mecanica, calor, acústica. STELLA viamonte 1984 Buenos Aires.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al servicio</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 66	

4. Contenidos

Este trabajo investigativo está compuesto por cuatro capítulos. En el capítulo I *contexto problemático*, que se basa en describir situaciones que se presentan en el ambiente escolar y como a la hora de emprender la clase de ciencias se transforman los contenidos que se estudian en cuanto a fenómenos físicos que se empiezan a conocer, por ello se observan dificultades en los temas presentados en la clase y la comprensión de la física. Así mismo se describen los objetivos que se proponen, acompañado del porqué se realiza esta investigación y unos antecedentes que se toman como referencia.


En el capítulo II *los primeros inicios de la teoría del sonido* se presenta una descripción del nacimiento del fenómeno físico como ciencia y cómo a partir de la experiencia realizada por Pitágoras con las cuerdas vibrantes se muestra un estudio entre la relación del tono del sonido y la longitud de la cuerda; en este orden se identifica que a partir de las diferentes longitudes de las cuerdas y los tubos se produce una sonoridad consonante es decir sonidos agradables al oído.

El capítulo III *el tono: una postura de análisis en el ámbito escolar*, se presenta el diseño de la ruta de aula que se implementó con estudiantes de grado octavo del colegio Ciudadela Educativa De Bosa. Se diseñaron actividades con el propósito de que los jóvenes establecieran una relación entre la longitud, grosor, tensión de la cuerda vibrante y el tono, y que así mismo encontraran relaciones entre las propiedades físicas de la fuente y el tono.

Para terminar, se presenta el capítulo IV las *conclusiones*, se describe las reflexiones y el análisis alrededor del sonido particularmente del tono, y como esto permitió en el contexto escolar propiciar un espacio para que los estudiantes compartieran sus ideas.

5. Metodología

En la presente investigación se utilizó la metodología de corte cualitativo, que busca realizar descripciones de situaciones que se presentaron en el aula con estudiantes de grado octavo del

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>CONOCIENDO AL PROFESORADO</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 66	

Colegio Ciudadela Educativa De Bosa. Con el objetivo de que los estudiantes que fueron partícipes de esta investigación expresaran sus ideas a partir de su experiencia en relación con el sonido como fenómeno natural y sus cualidades en particular el tono, con el propósito que en el desarrollo de las actividades propuestas ellos lograran expresar sus ideas sobre el mundo físico que los rodea.


6. Conclusiones

En este capítulo se describen las reflexiones alcanzadas en el desarrollo de esta investigación, en cuanto a los ejes temáticos que se abordaron: Análisis acerca del trabajo de Pitágoras a partir de las cuerdas, el tono como objeto de estudio en la clase de ciencias, y la indagación de conocimiento de los estudiantes a partir de su experiencia.

El trabajo de Pitágoras demuestra que su preocupación no estaba orientada tanto en describir el sonido, había una intención de mirar la armonía musical como una expresión del universo, lo que implica que el trabajo sobre el sonido está vinculado con una visión bella del universo en general que se encuentra fundamentada en la filosofía pitagórica.

La investigación que se presenta sobre la armonía pitagórica resalta la importancia de conocer los contextos en que se produce el conocimiento científico, permitiendo tener una comprensión sobre las problemáticas de fenómenos de estudio y de ideas científicas que dieron origen a los elementos de la ciencia, por ello al llevar contenidos de enseñanza en relación con la ciencia se debe hacer desde una forma más significativa con el propósito de que exista una comprensión más alta.

En el desarrollo de la presente investigación se identificaron elementos claves en la búsqueda de las ideas de los estudiantes acerca del sonido y el tono como objeto de estudio en la clase de ciencias, considerando que a partir de la experiencia y el conocimiento pueden expresar sus ideas frente a un fenómeno de la naturaleza, teniendo en cuenta que cada uno de los estudiantes tiene una manera diferente de interpretar el mundo que los rodea. Así pues, a partir de las actividades


 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revolución al Servicio</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 8 de 66

realizadas en clase se logró que los jóvenes identificaran sonidos a través de experiencias con instrumentos musicales, esta interacción les permitió acercarse al fenómeno sonoro y realizar reflexiones acerca de los tonos emitidos por los tubos de diferente longitud y en cuerdas vibrantes de diferentes grosores y tensiones, descubriendo así una sucesión de sonidos bellos en relación a las notas emitidas por los instrumentos.

Los estudiantes de grado octavo del colegio Ciudadela Educativa de Bosa ya tenían un conocimiento y un lenguaje propio para referirse a tonos de sonidos que se producen a través de diferentes fuentes. Reconociendo que al indagar sobre el conocimiento que construyen los jóvenes a partir de su experiencia y situaciones de estudio que se crean en el ambiente escolar usando herramientas musicales, por ello tienen la posibilidad de determinar su propio lenguaje para expresarse acerca del tono como cualidad física e identificar características propias de un instrumento musical.

Se logró crear un espacio en donde los estudiantes pudieran participar de las actividades planteadas con la finalidad de conocer sus reflexiones acerca del sonido. Considerando que el ambiente escolar permite que los estudiantes interactúen con sus compañeros, compartan sus ideas y tengan una relación entre maestro y alumno. Por lo tanto, estas reflexiones se desarrollan a partir de las actividades presentadas en la ruta de aula con la intención de estimular la participación de los jóvenes, así mismo con base a sus ideas conocer cómo se expresan frente al mundo físico, por ello la interacción y la observación de fenómenos de la naturaleza genera en los estudiantes nuevas construcciones de elementos claves.

Considerando que el ambiente escolar se presta para que los estudiantes formen relaciones interpersonales y expresen sus ideas acerca de contenidos que presentan los docentes en la clase de ciencias, resaltando que el maestro es una persona capaz de crear estrategias didácticas con la idea de promover y estimular la construcción de un conocimiento nuevo en sus estudiantes. En este orden la interacción entre maestro-alumno permite crear y generar preguntas a la hora de hablar de fenómenos físicos por ende es el maestro el que ayuda a impulsar a los estudiantes a diseñar

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al Servicio</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 9 de 66	

reflexiones sobre el mundo físico y así mismo a cuestionarse sobre problemáticas que existen en el aula y a las debilidades que presentan los estudiantes en cuanto a la comprensión de la física.

A partir de la ruta de aula que se implementó con estudiantes de grado octavo, se logró indagar sobre las ideas que construyen los chicos a partir de su diario vivir, esto se llevó a cabo a partir de dinámicas realizadas en el aula permitiendo el acercamiento de los jóvenes al sonido y en particular al tono, de acuerdo con esto se consiguió que establecieran relaciones entre el tono de un sonido , reconociendo que los instrumentos musicales son herramientas didácticas que implementan el proceso de aprendizaje de los estudiantes en cuanto a la enseñanza del sonido y como a partir de esto pueden crear y organizar sus propias ideas para referirse al tono de un sonido, considerando que en su vida cotidiana experimentan todos los días el fenómeno sonoro.

Para terminar, considero que desde mi practica como docente en formación, he logrado hacer reflexiones frente a las diferentes problemáticas que se encuentran en el contexto escolar, esto me ha permitido crear un dialogo con mis estudiantes acerca de las dificultades que se presentan en la enseñanza de la física y a buscar estrategias de aprendizaje que ayuden como complemento en la comprensión de contenidos que se enseñan en la clase de ciencias.

Elaborado por:	Estefania Gomez Briñez
Revisado por:	Juan Carlos Orozco y Francisco Malagón.

Fecha de elaboración del	07	06	2017
Resumen:			

Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo I: Contexto problemático.....	3
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos	6
1.3. Justificación.....	7
1.4. Metodología	8
1.5. Antecedentes	9
Capitulo II: Los primeros inicios de la teoría del sonido	11
2.1. Naturaleza del sonido	11
2.2. El descubrimiento de los pitagóricos: relación longitud de la cuerda tono	12
2.3. Intervalos consonantes	19
2.4. Nacimiento de la armonía	20
2.3. Construcción de la escala pitagórica	22
2.5. Relación longitud del tubo- tono	23
Capitulo III: El tono: una postura de análisis en el ámbito escolar	24
3.1. Descripción de la población	25
3.2. Construcción de la ruta de aula	26
3.3. Implementación y sistematización	27
Capitulo IV: Conclusiones Finales	43

Índice de tablas

Tabla 1: Momentos, objetivos y actividades de la ruta.....	26
Tabla 2. Análisis de resultados primera actividad-Momento1	28
Tabla 3: Análisis de resultados segunda actividad momento 1	31
Tabla 4: Análisis de resultados primera actividad- Momento 2	35
Tabla 5Análisis de resultados segunda actividad- Momento 2.....	37
Tabla 6Análisis de resultados primera actividad- Momento 3	40

Índice de anexos

Anexo 1: En busca de las ideas acerca del tono.....	46
Anexo 2: Descubriendo el tono de las cuerdas	51
Anexo 3: Fabricando y explorando instrumentos musicales	53

Introducción

La presente investigación es un estudio acerca del tono como cualidad del sonido, en donde se abordan aspectos y elementos que se fundamentan en el trabajo de Pitágoras con las cuerdas vibrantes. Este trabajo surgió a partir de las prácticas como docente en formación, mediante un trabajo de campo en el aula. Allí se observó cómo los estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa De Bosa construyen su conocimiento con base a su experiencia. Y de qué manera la exploración con instrumentos musicales permitió ahondar y conocer diferentes sonoridades producidas por cuerdas de diferentes longitudes y grosores con el propósito de identificar tonalidades entre intervalos consonantes.

Este trabajo investigativo está compuesto por cuatro capítulos. En el capítulo I *contexto problemático*, que se basa en describir situaciones que se presentan en el ambiente escolar y como a la hora de emprender la clase de ciencias se transforman los contenidos que se estudian en cuanto a fenómenos físicos que se empiezan a conocer, por ello se observan dificultades en los temas presentados en la clase y la comprensión de la física. Así mismo se describen los objetivos que se proponen, acompañado del porqué se realiza esta investigación y unos antecedentes que se toman como referencia.

En el capítulo II *los primeros inicios de la teoría del sonido* se presenta una descripción del nacimiento del fenómeno físico como ciencia y cómo a partir de la experiencia realizada por Pitágoras con las cuerdas vibrantes se muestra un estudio entre la relación del tono del sonido y la longitud de la cuerda; en este orden se identifica que a partir de las diferentes longitudes de las cuerdas y los tubos se produce una sonoridad consonante es decir sonidos agradables al oído.

El capítulo III *el tono: una postura de análisis en el ámbito escolar*, se presenta el diseño de la ruta de aula que se implementó con estudiantes de grado octavo del colegio Ciudadela Educativa De Bosa. Se diseñaron actividades con el propósito de que los jóvenes establecieran una relación entre la longitud, grosor, tensión de la cuerda vibrante y el tono, y que así mismo encontraran relaciones entre las propiedades físicas de la fuente y el tono.

Para terminar, se presenta el capítulo IV las *conclusiones*, se describí las reflexiones y el análisis alrededor del sonido particularmente del tono, y como esto permitió en el contexto escolar propiciar un espacio para que los estudiantes compartieran sus ideas.

Capítulo I: Contexto problemático

Considerar el espacio escolar como una forma de crear un pensamiento crítico en los estudiantes, orientado al desarrollo de actividades de enseñanza en donde se relacionan elementos que conllevan al análisis y comprensión de un nuevo conocimiento. Permitiendo que se construyan nuevas ideas en los estudiantes con la intención de que puedan expresarse acerca de un tema presentado en la clase de ciencias teniendo en cuenta que el aula de clase es un escenario que permite que el estudiante aborde contenidos, con el propósito de conocer saberes e intereses que se implementan con base a textos y otras herramientas de trabajo. Pero no solamente se identifica poco interés por temas enseñados en la clase sino también surgen algunas problemáticas en el ambiente escolar en cuanto a la enseñanza de la física.

“En esta perspectiva, el aula deja de considerarse como un espacio físico y empieza a constituirse en un sistema de relaciones sociales en donde las representaciones individuales se expresan, se alteran y coexisten con otras; es decir, el aula es un sistema de relaciones que permite a quienes participan de ella expresarse, confrontarse, contrastarse enriquecerse y transformarse colectivamente.” (Jimenez & Pedreros, 2016, p. 8)

Por otra parte, pensar en el papel que desarrolla el maestro en la enseñanza de las ciencias, nos hace caracterizarlo como un profesional idóneo e intelectual con ideas nuevas a la hora de emprender su práctica pedagógica. Sabiendo que como maestro se enfrenta a diferentes situaciones que lo llevan a cuestionarse sobre las realidades de la escuela y a encontrar nuevas estrategias didácticas que se implementan en la clase.

En la práctica, se logra evidenciar que las actividades presentadas por los docentes de física, muchas veces no son comprendidas por los estudiantes, ya que la explicación de los docentes está ligada a estructuras matemáticas que no son de interés.

Para el desarrollo de esta investigación se centra la mirada en el sonido y sus cualidades en particular el tono. En primera instancia al tomar como objeto de estudio dicho fenómeno hacemos una relación entre lo que conocen los estudiantes a partir de su experiencia partiendo de las ideas y reflexiones que pueden hacer acerca del mundo físico.

1.1. Planteamiento del problema

Desde las prácticas como docente en formación se ha observado que la mayoría de estudiantes se preocupan por investigar otras áreas del conocimiento, demostrando así poca afinidad por empezar a indagar algunos fenómenos físicos que se abordan en la clase de ciencias naturales. Hablar de los diferentes inconvenientes que surgen en la enseñanza de las ciencias y de cómo se comprende, también parte de los diferentes modelos que se ajustan en la clase, ya que se enfocan en memorizar ecuaciones que se relacionan con el fenómeno físico, y la solución de problemas matemáticos sin alguna comprensión.

Por ello es vital en la clase de ciencias plantear nuevos retos de aprendizaje a los estudiantes con la intención de reconocer elementos importantes que fortalecen el estudio de la física como ciencia natural, y tomando como estrategia de aprendizaje la oportunidad de explorar los eventos o fenómenos de la naturaleza.

Para el desarrollo de esta investigación, se hace pertinente ahondar en el estudio del sonido y su cualidad tono. Ya que desde la vida cotidiana es posible identificar y describir diferentes

sonidos, como el pasar del viento entre las hojas de los árboles, el canto de los pájaros, oír rugir algún felino, escuchar diferentes clases de música, voces que caracterizan a las personas y los instrumentos musicales. Por otro lado, hoy en día gran parte de estudiantes cuentan con diversas aplicaciones tecnológicas, como un reproductor de música, la utilización de teléfonos celulares en donde pueden grabar su propia voz y otros elementos en general que salen al mercado. Como dice Miguel Fernández:

“el sonido no es una realidad, es una sensación”. Esto quiere decir que el sonido no existe sino es dentro de nuestra cabeza, y aunque coloquialmente usemos el mismo vocablo para designar a la causa y al efecto, tenemos que saber que los cuerpos no “suenan”, sino que “vibran”. Y esta vibración es la que, una vez captada por nuestro sentido del oído, nos produce una sensación que todos definimos como “sonido”. (Fernandez, 2000, p.21)

En este orden de ideas el sonido se experimenta todos los días en el diario vivir, cuando estamos en un lugar reconocemos diferentes sonoridades, entre esas esta la música y los instrumentos musicales. Todos estos sonidos que se perciben permiten identificar que al realizar una acción sobre una fuente esta produce un sonido agradable al oído.

Pero como primera fase se identifica que al abordar el sonido en el aula no se toman muy afondo conceptos importantes, ya que al tomar libros que los docentes utilizan como herramienta de enseñanza es posible que el lenguaje que se muestre no tenga los elementos apropiados para que el estudiante reorganice su estructura conceptual.

Por lo tanto, se identifica lo que en la escuela tradicional se trabaja en la enseñanza de las ciencias y de qué manera se imparten los programas optando por dejar olvidado los contenidos

que hacen referencia al sonido. Esta carencia no es exclusiva del ámbito escolar, sino que también afecta el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que en ocasiones no se lleva al aula estrategias de aprendizaje que ayuden a la comprensión del sonido.

Con base en lo expuesto, la pregunta de investigación que orienta esta monografía es: **¿Que situaciones de estudio, con instrumentos musicales posibilitan caracterizar el tono del sonido con estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa de Bosa, de tal manera que se pueda vincular consideraciones teóricas?**

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Configurar situaciones de estudio que permitan caracterizar el tono a partir del uso de instrumentos musicales con estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa de Bosa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las consideraciones teóricas del trabajo de Pitágoras acerca de las cuerdas que permite caracterizar el tono con el fin de configurar situaciones de estudio.
- Diseñar e implementar una ruta de aula que permita caracterizar el tono a partir de instrumentos musicales con estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa de Bosa.
- Realizar un análisis de la implementación de la ruta de aula con el fin de dar cuenta de las ideas y explicaciones que elaboran los estudiantes sobre el tono mediante el uso de instrumentos musicales.

1.3. Justificación

La presente investigación tiene como objetivo abordar el sonido, y particularmente el tono como análisis de estudio en la enseñanza de las ciencias con estudiantes de grado octavo del colegio Ciudadela Educativa De Bosa. Esto con la intención de conocer relaciones entre el lenguaje y la experiencia, ya que a partir de ello los estudiantes pueden expresar sus ideas y darle un sentido a su conocimiento. Por lo tanto, hablar de experiencia permite organizar y sintetizar de qué manera construyen sus ideas para referirse sobre el mundo físico, considerando que ya poseen una estructura conceptual a través de su forma de pensar e interpretar que les permite tener un lenguaje para hablar del mundo que les rodea.

“A partir del nivel de la experiencia, a través de un lenguaje hecho de palabras y de representaciones (y sin lenguaje no sería posible), se puede, por tanto, construir y controlar algo (a lo que llamamos conocimiento) desprendido tanto de la experiencia como del lenguaje; que no se identifica ni con el hecho individual ni con las palabras que lo describen; que es comunicable a otras personas, que se puede extender a otros hechos, modificar como consecuencia de otras experiencias, que puede ponerse de nuevo siempre en juego” (Jimenez & Pedreros, 2016, p. 70).

Por ello es importante tener en cuenta el lenguaje que el estudiante puede tener a la hora de expresarse acerca de un fenómeno físico, ya que en base a su experiencia puede trabajar para ordenar sus ideas que le permiten hablar ante otros. Conociendo que en su diario vivir ya existe una conexión entre él y el mundo que lo rodea, esto les proporciona oportunidades de transformar lo que aprendieron.

Por consiguiente, en el momento de comenzar la clase de ciencias se presenten espacios que estén vinculados con aquellas construcciones que ya ha realizado el estudiante sobre el mundo físico y de qué manera estas ideas se convierten en fortalezas en el proceso de aprendizaje en el aula.

1.4. Metodología

En la presente investigación se utilizó la metodología de corte cualitativo, que busca realizar descripciones de situaciones que se presentaron en el aula con estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa De Bosa. Con el objetivo de que los estudiantes que fueron partícipes de esta investigación expresaran sus ideas a partir de su experiencia en relación con el sonido como fenómeno natural y sus cualidades en particular el tono, con el propósito que en el desarrollo de las actividades propuestas ellos lograran expresar sus ideas sobre el mundo físico que los rodea.

En este orden de ideas la metodología de corte cualitativo se utilizó con el propósito de realizar un trabajo de campo a través de la observación de un fenómeno natural, en donde se describió lo que sucedía en el espacio escolar en cuanto al desarrollo de actividades que se presentaron en relación con el sonido y de qué manera se fue recogiendo la información.

Por ello a partir de esta metodología se hizo una exploración en profundidad de las herramientas que se optaban en el aula, y así mismo se diseñaron otros instrumentos con la idea de que se pudiera obtener reflexiones un poco más concretas hechas por los chicos a la hora de emprender las actividades.

1.5. Antecedentes

Se desarrolló una investigación bibliográfica donde se encontraron estudios locales que abarcan la enseñanza de las cualidades del sonido, las cuales se presentan a continuación:

Forero González, John Leiwer, (2011) *cualidades del sonido: una experiencia didáctica sobre la acústica, para población con limitación visual del colegio Luis Ángel Arango*. La monografía parte de una investigación pedagógica que nace de una clase en el aula inclusiva con estudiantes con limitación visual y sin limitación visual que están incluidos en el aula. Se evidencia problemáticas a las que se enfrentan los maestros a la hora de enseñar ciencias, en particular algunos fenómenos físicos que no son percibidos por nuestro sentido de la vista como es el caso del sonido. En este orden de ideas esta monografía es pertinente para la presente investigación ya que busca mejorar los procesos de aprendizaje de estudiantes con limitación visual y sin limitación visual en la enseñanza del sonido, diseñando equipos de laboratorio que empleen simulaciones de fenómenos físicos que no son perceptibles.

Castro Álvarez, Diego Alejandro, (2012) *como adulto aprendo: una estrategia didáctica para el estudio de las cualidades del sonido*. Este trabajo fue realizado en la institución Educativa Municipal Guillermo Quevedo Zornoza, y se basa en diseñar una estrategia pedagógica que se haga referente a la enseñanza de fenómenos físicos en este caso al sonido y sus cualidades partiendo de como el estudiante adulto aprende y cómo encuentra la posibilidad de construir su conocimiento. Este trabajo es pertinente para esta investigación ya que se estudian conceptos, sobre la perturbación mecánica, la onda y las cualidades del sonido y a través de este estudio la población adulta pueda hablar del sonido a partir de su experiencia.

Acero Estrada, Carmen Elisa del pilar (2006), *guía pedagógica para la comprensión de fenómenos sonoros en básica primaria*. Tiene como propósito tomar las ideas previas que tienen los estudiantes y su interés por aprender. El objetivo del trabajo es que a partir de la construcción de un módulo de enseñanza del sonido que contiene actividades que ayuda a los estudiantes, a un análisis, exploración y comprensión de fenómenos sonoros.

Capítulo II: Los primeros inicios de la teoría del sonido

En este capítulo se hará un análisis de la relación entre dos disciplinas: la música y las matemáticas, a partir del trabajo que realizó Pitágoras con cuerdas y como mediante las razones aritméticas entre las longitudes de las mismas es posible explicar la consonancia melódica es decir sonidos agradables. Estas dos disciplinas toman una conexión importante que permite explicar el sonido como fenómeno de la naturaleza y como los instrumentos musicales tomaron un papel esencial desde la antigua Grecia; reconociendo que la música ya era considerada como ciencia y desde entonces empezó a tener fundamentos importantes en la educación; este análisis posibilitó que el estudio de la música fuera considerado como un aspecto más del conocimiento matemático.

2.1. Naturaleza del sonido

En la antigua Grecia en el siglo VI, surgió la necesidad de conocer más a fondo la música, como ciencia relacionada con las matemáticas y la teoría de los números, esta tenía un formalismo en la aritmética de los números enteros, que se evidenciaba con cierta conexión en la geometría; consiguiendo tener una importancia en el campo de la ciencia.

La música resulta de especial importancia en la cosmovisión pitagórica ya que la consonancia entre los sonidos emitidos por diferentes cuerdas se explicaba en términos de razones exactas entre las longitudes de las mismas, aspecto que posibilitó un estudio cuantitativo de lo musical; este conocimiento fue relacionado con la armonía del cosmos, puesto que se consideró que las distancias entre los planetas corresponden aproximadamente a los intervalos musicales, ello implicó pensar que cada astro emite un sonido, y todos estos sonidos componen la llamada armonía de las esferas o música celestial.

Considerando el gran interés de los pensadores de la escuela pitagórica que tomaron gran parte de su vida por el estudio de la música para crear los principios de su filosofía y así mismo darle fuerza en el campo de la ciencia de aquel momento. Por lo tanto, fue el gran sabio Pitágoras quien detenidamente hizo un estudio de la música como ciencia, a partir de sus viajes realizados por Egipto y Babilonia en donde pudo conocer grandes avances sobre la música, y gracias a las investigaciones hechas por la escuela pitagórica sobre los tratados matemáticos de la música se pudo formalizar y estudiar aquellos manuales que se construyeron en la época.

Aunque no solamente los pitagóricos construyeron sus principios acerca de la música, también se resalta el trabajo realizado por algunos filósofos interesados por la teoría musical entre esos se destaca al pensador Anicio Manlio Severino: Boecio (Roma, c 480- Pavía, 524/525) con su *tratado sobre la música* este tratado constituye una descripción muy particular sobre la armonía griega, además destaca el trabajo realizado por los pitagóricos y por ende la base que predominó la teoría musical desarrollada durante el Medioevo en el Occidente Cristiano. De acuerdo a María Cecilia Tomasini (2003, p.15), describía Boecio que al hablar de la música el hombre alcanzaba la sabiduría. Por lo tanto, a partir de lo que pensaba Boecio acerca de la música como ciencia denominó *cuádruple vía hacia la sabiduría* a las principales ciencias matemáticas: música, astronomía, aritmética y geometría. Pero aquí no para el interés por los pensadores de la época, sigue creciendo a partir de los filósofos y algunos científicos.

2.2. El descubrimiento de los pitagóricos: relación longitud de la cuerda tono

El análisis que hace Pitágoras del sonido, particularmente del tono, lo hace basándose en las razones aritméticas de las longitudes de las cuerdas, que lo emiten. Supone en principio que todo

aquello que en la naturaleza resulta armonioso y bello está ligado a la armonía de los números, ya que Pitágoras pensaba que el cosmos está organizado bajo dicha armonía.

Pitágoras buscaba explicar de manera unificada los fenómenos naturales, de igual forma la disciplina musical, que en ese momento se consideraba como mundo espiritual, este comienzo musical fue abordada por el matemático, quien mostro las relaciones de los sonidos consonantes utilizando razones y proporciones de números enteros; este estudio lo llevo a plantear las relaciones matemáticas que existían en la composición de la armonía musical, y explorar porqué algunos intervalos sonaban más bellos que otros, esto contribuyo al trabajo de muchos filósofos que investigaron la música como ciencia y como construcción matemática.

La escuela pitagórica nunca dejó escrito alguno de sus descubrimientos ya que guardaban recelosamente sus posturas filosóficas, por lo tanto, en la época existieron otros matemáticos filósofos seguidores que también aportaron sus ideas decía. Aristóteles (384-322AC) en referencia a la escuela pitagórica “algunos pensadores suponen que los movimientos de los cuerpos celestes deben producir un sonido, dado que en la tierra el movimiento de cuerpos de mucho menor tamaño produce dicho efecto. Afirman, también, que cuando el sol, la luna y las estrellas, tan grandes y en tal cantidad, se mueven tan rápidamente ¿Cómo podrían no producir un sonido inmensamente grande? A partir de este argumento y de la observación de que sus velocidades, medidas por sus distancias, guardan igual proporción que las consonancias musicales, aseveran que el sonido proveniente del movimiento circular de las estrellas corresponde a una armonía”. (Miyara,2007,p.4). Esta reflexión hacia Aristóteles a la denominada música de las esferas.

Así mismo Kepler concebía y argumentaba a partir de la “música de las esferas” que los planetas determinaban y producían un sonido a los que estaban relacionados los diferentes grados de velocidad al realizar su giro. Por consiguiente, pensaba que al conocer la masa y la velocidad del planeta se podría obtener y calcular su sonido fundamental.

Reconociendo que Pitágoras estudia la naturaleza de los sonidos musicales, tomando como experiencia la utilización de un instrumento musical llamado monocordio (ver imagen 1) que estaba formado por una sola cuerda, en donde establece que al dividir la cuerda en proporciones estas producían un sonido bello y agradable al oído. Sin embargo, realizando esta práctica encuentra que al dividir la cuerda a la mitad se producía un sonido que era una octava más aguda que el principal (Do al Do superior); o que por ejemplo si la razón era 2:3 se originaría una quinta que llamaríamos (la distancia de Do a Sol), analizando que otras razones también podían producir un sonido bello.



Ilustración 1 Monocordio

(Google, s.f.)

En la actualidad al hablar de sonidos se asemeja que dichas relaciones se determinan a partir del cociente de su frecuencia. Pero en la época de los pitagóricos estas relaciones del sonido se experimentaban a partir de la exploración del monocordio como herramienta musical, por ello al

subdividir la cuerda en partes pequeñas pero iguales se identificaría un sonido. Teniendo en cuenta que una cuerda obtiene un modo fundamental de vibración con frecuencia f y por consiguiente al realizar la experiencia y dividir la cuerda en n partes se concluye que la frecuencia pasara a nf . Aunque cabe resaltar que Pitágoras ansioso de saber más afondo el origen de los sonidos de las cuerdas, descubre que la subdivisión de la cuerda en partes y sus longitudes se encontraban en proporción $(n+1): n$ lo que se conoce como relación superparticular y $n: 1$, al igual se encontró que con n número pequeño se producía y se originaba sonidos bellos entre sí. (Miyara,2007, p.1). En este orden de ideas, a partir de estas relaciones encontradas los pitagóricos expresaban que los números regían el universo como tal y que con ellos se formaba lo más hermoso de la naturaleza, concluyendo así el comienzo de la teoría del sonido a partir de estas relaciones entre proporciones y razones de números enteros.

El principio que relaciona la longitud de una cuerda vibrante con las notas de la escala musical era muy bien conocido por los pensadores de la Escuela Pitagórica. En la actualidad las notas musicales no se definen a partir de la longitud del objeto vibrante, sino a partir de la frecuencia de vibración de la onda sonora emitida por dicho objeto. La frecuencia y la longitud de una onda sonora se encuentran vinculadas por medio de la ecuación. (Tomasini,2003, p.16).

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Tiburcio (2001) dice “La razón por la cual se estableció a estos intervalos más agradables que otros tiene que ver con la física de la cuerda tocada. Cuando una cuerda de 36cm se rasga, no solo se produce una onda de 36cm, sino que además se forman dos ondas de 18cm, tres de 12,

cuatro de 9, y así sucesivamente” (p.22). Encontramos un análisis de que cuando la cuerda vibra en mitades, tercios, cuartos, esta vibración produciría unos “armónicos”, relacionando que las longitudes de onda producen una secuencia de armónicos, así $1/2$, $1/3$, $1/4$... que pertenece a la longitud de la cuerda.

Partiendo de lo anterior nos encontramos que los sonidos son más agudos y suaves que el sonido que produce una cuerda completa a la que llamamos “la fundamental”, en general estos sonidos que produce la fundamental son los que permiten que los instrumentos musicales suenen diferentes. Por ejemplo, las notas Do y Sol comparten armónicos entre sí, es decir modos fundamentales de vibración de la cuerda estos sonidos se combinan produciendo un sonido agradable.

Los modos normales restantes, llamados a veces sobretonos, son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental. Estas frecuencias naturales más altas, junto con la frecuencia fundamental, forman una serie armónica. La frecuencia fundamental es el primer armónico, la de frecuencia igual al doble de la fundamental es el segundo armónico y así sucesivamente. (Grigioni, Jardon & Vettotel (s.f). (...) Grigioni et al. (s.f).

En este orden de ideas cuando se habla de armónicos, corresponde a experiencias que se realizan más notorias a través de las cuerdas vibrantes, por ejemplo, se toma una cuerda y se tensiona bien en ella se realiza una acción llegando hasta el punto de que la cuerda pierda su forma de tal manera que esta distorsión pertenezca a uno de sus armónicos. Pero se debe tener en cuenta que si se golpea la cuerda y su deformación no es igual a un armónico, la vibración que pertenece a la cuerda contendrá frecuencias de varios armónicos.

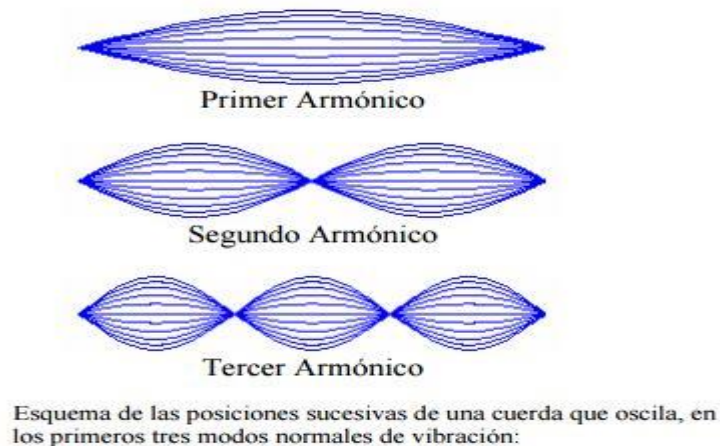


Ilustración 2 cuerda tensada en los primeros tres modos normales de vibración. (Google, s.f.)

Si se utiliza instrumentos de cuerda, para poder tensionar las cuerdas estas se deben ajustar para afinarla a una frecuencia determinada, haciendo énfasis que la fundamental corresponde a la nota de la cuerda.

También se puede cambiar la frecuencia de una cuerda variando su longitud. La longitud de la cuerda se hace variar mediante la presión de los dedos, con esto se varia uno de los extremos fijos de la cuerda y en consecuencia su longitud efectiva, con lo cual la cuerda vibra a otra frecuencia y suena entonces otra nota música. (Grigioni, Jardon & Vettotel (s.f). (...)
Grigioni et al. (s.f).

Se conoce en los tubos que el extremo cerrado de una columna de aire es un antinodo de desplazamiento y un nodo de presión. Pero se observa que la presión en cada extremo está unida y tiene relación con la presión atmosférica, esto se lleva a cabo a partir de que los extremos del tubo están abiertos a dicha atmosfera. Por ejemplo, si se tiene un tubo abierto, de longitud L en el tubo solo existirán ondas estacionarias que tengan nodos en sus extremos, algo parecido si se toma una cuerda fija.

En la siguiente grafica se muestra los respectivos armónicos de los tubos cerrados.

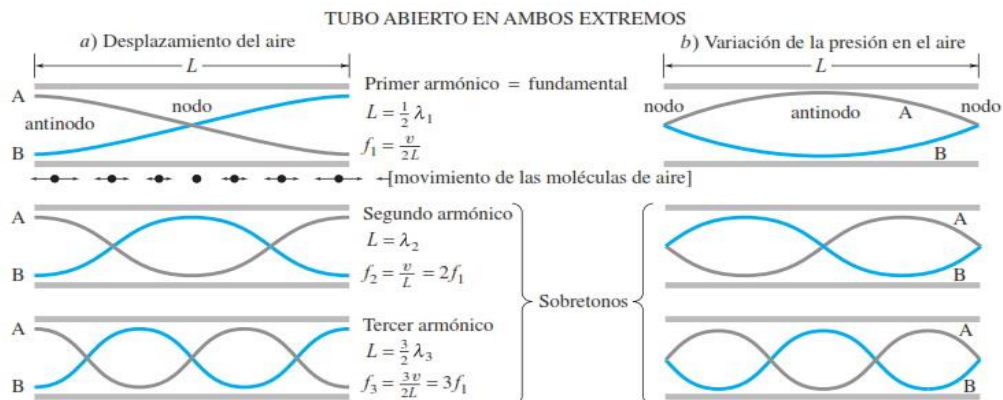


Ilustración 3armónicos en tubos abiertos. (Google, s.f).

Pitágoras no conocía los armónicos. Su trabajo en cuanto a la longitud de la cuerda con razones 1:2 y 2:3 originaba una relación entre estas dos generando sonidos agradables, construyendo así una escala a partir de estas proporciones. En la realización de los experimentos hechos por Pitágoras, descubrió tres intervalos que para el son consonantes, el diapason, el diapente y el diatesaron, estos pertenecen a la octava, la quinta y cuarta estos corresponden al octavo, cuarto y quinto sonido haciendo referencia a la escala pitagórica diatónica. Tomando en cuenta que los pitagóricos no conocían sobre ondas sonoras ni tampoco de frecuencias y tampoco de la relación que tenía la frecuencia con la longitud de la cuerda ya que esta fue enunciada hasta el siglo XVII.

Considerando que para la escuela pitagórica era importante la enseñanza de los números ya que, pensaban que con ellos se podía establecer el universo y que a partir de los dígitos del 1 al 10 se formalizaba lo más hermoso de la naturaleza. Los pitagóricos inicialmente formaron la escala pitagórica que consistía al reducir a la mitad la longitud de la cuerda se tendría el intervalo

de octava, si se disminuye a $2/3$ se tendrá como resultado el de quinta, pero si se sigue disminuyendo a $3/4$ se obtendría el de cuarta, a partir de la escala pitagórica también se encontró que el intervalo de la 4a y la 5a se encuentra un tono pitagórico igual a $9/8$.

2.3. Intervalos consonantes

Considerando la experiencia realizada por Pitágoras con diferentes cuerdas vibrantes, que en ese momento obtenían las mismas condiciones físicas (tensión, longitud), pudo explorar y encontrar que se produciría una misma nota, estas se identificaban como su cuarta, quinta y octava estas tenían longitudes proporcionales a 12, 9, 8 y 6 a partir de estas longitudes dadas, se relaciona que la nota grave producida por la cuerda la simboliza el número mayor. Pero Pitágoras al oír detalladamente la hermosa música que se estaba emitiendo, observaba su progresión de 12,9,8 y 6 identifico que el 9 era la media aritmética que entonces había descubierto, y que se expresa mediante una relación muy importante entre la nota Do y la nota sol; así mismo explicando que el 8 era la media subcontraria que hace referencia a la relación de la nota Do y la nota Fa, y por último la de proporción musical para las razones 12:9 y 8:6.

Conociéndose así toda esta exploración hecha por Pitágoras acerca de los intervalos consonantes, nos remontamos a un autor de la época Nicómaco de Gerasa interesado por el trabajo realizado por Pitágoras. Él hace énfasis que en las progresiones descubiertas por Pitágoras mencionadas anteriormente (12,9,8 y 6) están contenidos aquellos intervalos consonantes el diatessaron, el diapente y el diapasón, que están constituidos por las razones 8:6 o también 12:9, 9:6 o 12:8 y 12:6, as mismo respectivamente del intervalo de un tono, que totalmente pertenece a la razón 9:8.

Así mismo la experiencia realizada por Pitágoras con las cuerdas, en donde inicialmente se tomaba una cuerda y lo único que se quería observar era la vibración de sus $3/4$ partes, y con esto se obtendría la cuarta de un sonido fundamental emitido por la cuerda, y entonces así mismo Pitágoras realizó con las $2/3$ partes de la cuerda obteniendo la quinta y por último experimento a la mitad de la cuerda y con esto obtuvo la octava.

Las relaciones anteriormente descritas hacen referencia a los intervalos que se conocen como consonancias bellas. Estas consonancias pertenecen a las relaciones tonales $3/4$, $2/3$ y $1/2$ en donde se encuentra una relación con los cuatro primeros números, 1,2,3 y 4 en donde los pitagóricos describían la importancia sagrada al referirse a estos cuatro números ya que presumían que a partir de esta sucesión no solo se denominaba la armonía de la música, sino también hacían énfasis que a partir de estos números se evidenciaba toda la armonía del universo.

En esta investigación se mencionó el monocordio como instrumento musical con el cual Pitágoras descubrió todo su trabajo musical, describiendo que las divisiones de la cuerda en relación con estas proporciones permiten obtener estas consonancias agradables, que explícitamente son el comienzo de aquellos sonidos bellos y armónicos a partir de las diferentes proporciones.

2.4. Nacimiento de la armonía

El origen de la armonía musical, es uno de los temas que generó gran controversia en la música occidental. La armonía se concreta como menciona Fernández (2000) “el resultado obtenido de la vibración libre de una cuerda ideal entre dos apoyos rígidos” (p. 75). La armonía nace con algunos autores principales como Joseph Sauveur quien estudio y observo que al tomar

una cuerda tensada en ella se formaban los modos de vibración, en este orden de ideas Joseph Sauveur encontró que una cuerda vibrante podría emitir sonidos que pertenecían a sus armónicos.

Por ello al hablar de la armonía, se explica mediante una cuerda vibrante que al ser dividida en diferentes fracciones seguidas de las proporciones como lo formalizaron los pitagóricos, se tendría como resultado aquellos tonos hermosos. Aunque cuando la cuerda no es fraccionada al tono que emite se le denomina primer armónico, pero al ser dividida en dos partes se habla de su segundo armónico; al de tres tercetos armónicos y finalizando al de cuatro cuartos armónicos.

A partir de esto dice Fernández (2000):” De esta relación, los teóricos deducen la “escala de los armónicos” o de la “resonancia superior de un tono puro”, apareciendo una serie de intervalos musicales en orden ascendente cada vez más pequeños -octava, quinta, cuarta...” (p.76).

Por lo tanto, a partir de lo mencionado anteriormente en la armonía musical se puede conocer un tono y un ruido, haciendo énfasis que los tonos son movimientos que se alteran en series armónicas las cuales son ocasionadas por la vibración fraccionada de la cuerda (mitades, tercios...), y el ruido se identifica a los que no logran establecer relaciones armónicas.

Aunque se puede descubrir sonidos armónicos que son emitidos por instrumentos, por ejemplo, en los de cuerda en donde existe un tono más claro a diferencia de instrumentos de percusión que producen un sonido disonante.

Toda la armonía fue un problema de discusión en la música occidental desde los primeros autores por describir la armonía como algo bello, hasta la realización de un formalismo matemático que tuvo fundamento en las cuerdas vibrantes.

2.3. Construcción de la escala pitagórica

La denominada escala pitagórica se construyó con la idea de poder escuchar los sonidos producidos por las notas musicales y con la intención de explorar más a fondo los intervalos consonantes a partir de la relación entre las notas. Está compuesta particularmente por siete notas que se componen por encadenamiento de quintas, y de octavas, haciendo énfasis que, a partir de un sonido, se hace referente tomar su quinta (multiplicando su frecuencia por $3/2$), y se sigue una sucesión la quinta de la quinta, se denota estos pasos para conseguir un número anhelado de sonidos. (Miyara, 2007, p.3) Sin embargo, se hace énfasis que la escala simple se obtienen siete sonidos descritos a continuación.

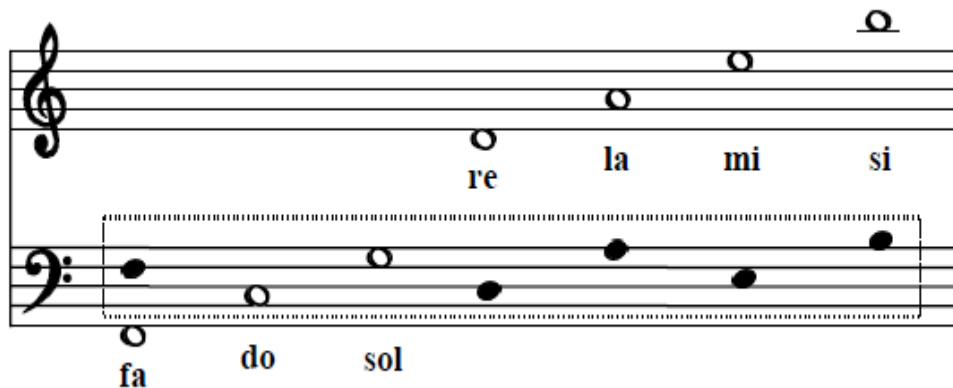


Ilustración 3 Escala pitagórica

Fuente: (Google, s.f.)

A partir de los siete sonidos observados en la escala, se determina si se baja o se sube cierta cantidad de octavas que hagan falta para poder completar de una manera concreta todos los sonidos hasta el punto de que estén en una misma octava, esto significa (que se debe multiplicar o dividir la frecuencia por 2). A partir de esto se identifica que la nota Fa se sube una octava, por

lo tanto, si se observa detenidamente el Do y el Sol estos se mantienen igual predeterminados en la escala, ahora el Re y el La si se bajan una octava, y para terminar se observan el Mi Y el Si las cuales tienen un cambio y se bajan dos octavas. Ahora se observa una construcción de la escala que es denominada escala recuadrada en línea de punto.

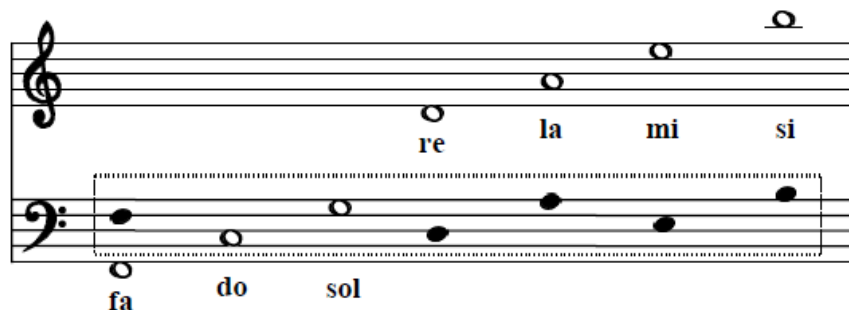


Ilustración 4 Escala recuadrada en línea de punto (Google, s.f.)

Esta relación entre las notas de la escala siguió en vigor prácticamente hasta el barroco, donde fue sustituida por el sistema temperado, que no es más ni menos veraz, pero que tiene una indiscutible ventaja para la ejecución de la música por parte de los músicos.” La principal diferencia entre estas dos escalas es que en la temperada el sonido de, por ejemplo, DO sostenido (DO#) es igual que el sonido de RE mientras que en la escala pitagórica estos sonidos son muy parecidos, pero no idénticos”. (Pastor 2008 p.18.)

2.5. Relación longitud del tubo-tono

Se relaciona la longitud del tubo con el tono, identificando que su orificio tiene un diámetro el cual determina su timbre, y su longitud la frecuencia. Estableciendo que las ondas en el tubo tienen un sonido denominado fundamental, que consiste en la principal nota que constituye un acorde identificando tres o más notas que son totalmente diferentes y por lo tanto estas suenan simultáneamente y forman un sonido armónico. Esto va relacionado a su longitud, por

consiguiente, se produce una onda a través del tubo, que se subdivide en otras ondas formando armónicos, reconociendo que van disminuyendo paulatinamente en relación con el instrumento. Haciendo énfasis que en los mismos tubos cuando se toca las notas agudas su sonido es puro, sin tener armónicos.

Por consiguiente, se tiene un tubo a una determinada longitud al cual le pertenece una frecuencia, tomando en cuenta que, si se varía el diámetro del tubo, se puede conseguir que exista un tubo un poco más fino predominando los armónicos, se habla de notas agudas; y diámetro mayor, se identifican notas graves, por lo tanto, las ondas cortas se despreciarán en la amplitud del tubo. Se conoce que el agujero que pertenece al tubo da las ondas por su amplitud. Sin embargo, el tubo está constituido por sus agujeros laterales la cual se obtiene por su longitud, siendo así con su intensidad correspondiente. (ANSA A. M., pág. 69)

En este orden de ideas el agujero que pertenece al tubo está relacionado a su longitud y así mismo a su frecuencia y de tal manera conseguir la nota esperada, los agujeros pertenecientes al tubo permite afinar los armónicos del tubo a los intervalos anhelados de tonos.

Se resalta que cada agujero por el cual está constituido el tubo estará establecido por su relación longitud frecuencia.

Capítulo III: El tono: una postura de análisis en el ámbito escolar

En este capítulo se presenta el diseño e implementación de la ruta de aula construida para esta investigación, con el objetivo de analizar cómo los estudiantes de grado octavo del Colegio Ciudadela Educativa De Bosa organizan su experiencia para hablar del tono, a partir de diferentes actividades propuestas en clase y de sus experiencias cotidianas. Tomando en cuenta

que en las construcciones que realicen los estudiantes no van dirigidas a una definición particular.

3.1. Descripción de la población

El colegio Ciudadela Educativa De Bosa está ubicado en la localidad de Bosa Porvenir, fue creado en el 2008, en el marco de uno de los proyectos “colegios públicos de excelencia para Bogotá”. Esta institución cuenta con niveles de educación preescolar, básica primaria y básica secundaria. Allí predominan estudiantes de estrato socioeconómico 1 y 2, por lo tanto, en el proceso de construcción y reconstrucción de su PEI, se ha ido logrando la consolidación de un modelo de enseñanza-aprendizaje con la idea de que se pueda dar como respuesta a un trasfondo de ambientes, relaciones y desafíos que justifican la existencia del colegio.

Por otra parte, el colegio cuenta con un laboratorio de física que está compuesto por algunos equipos que los estudiantes utilizan para el desarrollo de sus experiencias, así mismo la institución cuenta con un salón de música.

La ruta de aula se realizó con un grupo de 40 estudiantes de grado octavo, los promedios de sus edades están entre 13 y 16 años. La ruta se desarrolló en el salón de música, se establecieron 6 grupos, cada grupo estaba conformado entre 5 y 6 estudiantes, con la idea de que pudieran socializar sus ideas y respuestas. Los estudiantes tomaron una excelente actitud ante todos los tres momentos de la ruta, respetando las opiniones de los demás compañeros y así mismo prestando mucha atención a las actividades a desarrollar.

3.2. Construcción de la ruta de aula

El propósito de la ruta de aula fue indagar sobre el conocimiento que construyen los estudiantes a partir de su experiencia acerca del sonido y en especial del tono, para lo que se plantearon actividades con el fin de que los jóvenes pudieran interactuar con algunos instrumentos musicales, con el propósito de conocer y averiguar sus ideas, esto con la finalidad de que tomaran el espacio como un momento de análisis y reflexión sobre el tono como objeto de estudio en el contexto escolar.

La ruta de aula consta de 3 momentos:

En la siguiente tabla se puede observar cada uno de los momentos con sus respectivas actividades y objetivos, tomando en cuenta que cada uno de los instantes se realizó con el propósito de generar una conexión entre la experiencia del estudiante y la interacción con cada uno de los instrumentos musicales que se utilizaron como estrategia para que se conociera las ideas de los estudiantes acerca del estudio del tono (agudo, grave).

Tabla 1: Momentos, objetivos y actividades de la ruta

Momento	Objetivo	Actividades	Objetivo de cada actividad
En busca de las ideas acerca del tono. (ver guía en anexo 1)	Reconocer el lenguaje que el estudiante utiliza para referirse a situaciones relacionadas con el tono de diferentes sonidos.	Descubriendo los sonidos. (video)	Identificar los sonidos emitidos por las diferentes fuentes.
		Interacción con instrumentos musicales. (flauta, guitarra)	Identificar las ideas que los estudiantes tienen acerca del tono como objeto de estudio.
Descubriendo el tono de las cuerdas (ver guía en anexo 2)	Generar dinámicas que permitan al estudiante caracterizar el sonido emitido por las cuerdas	Jugando con cuerdas de diferentes longitudes.	Identificar los sonidos a partir de cuerdas de diferente longitud, grosor y

	vibrantes.		tensión.
		Interacción entre cuerdas y elementos de diferentes pesos	Reconocer los diferentes sonidos de las cuerdas a partir de la relación de elementos con distintos pesos.
Fabricando y explorando instrumentos musicales. (ver guía en anexo 3)	Construir instrumentos musicales para que los estudiantes caractericen, sonidos graves y agudos.	Sonidos bellos: Construcción de flauta y guitarra	Identificar si los estudiantes a partir de las actividades propuestas establecen relaciones entre las propiedades físicas de la fuente y el tono.

3.3. Implementación y sistematización

Considerando los tres momentos que guían la ruta de aula, a continuación, se presenta un análisis a partir de los resultados de la implementación, esto con la idea de poder identificar aquellos elementos relacionados con el tono como objeto de estudio en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el espacio escolar.

Teniendo en cuenta que la recolección de respuestas realizadas por los estudiantes, tenían un objetivo y era poder identificar de qué manera están entendiendo el fenómeno físico y como lo relacionan con su diario vivir.

A partir de esto se busca analizar si los estudiantes establecen relaciones entre la longitud y el tono, grosor de la cuerda- tono y tensión- tono. Por ello a partir de las actividades propuestas se crean ideas sobre el tono.

Momento 1: En busca de las ideas acerca del tono

Pensar en el espacio escolar como una de las alternativas claves para la construcción de ideas de los estudiantes acerca de un fenómeno de la naturaleza es una experiencia enriquecedora, por consiguiente, el momento se construye con la intención de reconocer cuales son las primeras ideas del sonido, en particular del tono como objeto de estudio a partir de los diferentes sonidos emitidos por cada uno de los instrumentos entre otros.



Ilustración 1 Criterios momento 1

Por consiguiente, es necesaria la construcción de actividades que ayuden al estudiante a identificar diferentes sonidos con el propósito de que puedan obtener un lenguaje que les permita hablar y diferenciar cada sonido emitido.

Actividad 1: Descubriendo los sonidos

Esta primera actividad consistió en que los estudiantes tomaran 4 elementos del salón y se les pidió que realizaran alguna acción sobre ellos para que se emitiera un sonido, con la idea de que pudieran explorar los elementos y pudieran escuchar detenidamente cada uno de los sonidos. Por consiguiente, se les solicitó que se vendaran sus ojos para que se concentraran y escucharan detenidamente los sonidos que estaban propuestos en un video.

A continuación, se presenta en la siguiente tabla el análisis del momento 1.

Tabla 2. Análisis de resultados primera actividad-Momento 1

Pregunta	Respuesta	Observaciones
<p>Toma cuatro elementos diferentes del salón y realiza una acción sobre ellos para que se produzca un sonido. ¿Los sonidos son iguales? ¿En qué consisten tales diferencias?</p>	<p>Grupo 2. “podemos identificar como los sonidos cambian según la intensidad y que solo algunos tienen todas las notas consisten en que los distintivos en los agudos y los que no lo podemos identificar cada tipo sus tonos secos y agudos”</p> <p>Grupo 4. “La bandola tiene un sonido muy agudo y muy delicado y la tambora tiene un grueso y profundo, la guitarra tiene un sonido suave y tranquilo, los bongos tienen un sonido más grave de los demás los sonidos no son iguales porque cada uno tiene su propio tono unos agudos y cada uno de ellos tiene un sonido más alto o más grave”.</p> <p>Grupo 3. “El xilófono tiene un sonido como de cristales el charango tiene un sonido más pausado y más seco la maraca tiene un sonido más suave que parece arroz el tambor es un sonido más golpeado y más fuerte. Los sonidos no son iguales porque tienen sonidos más graves y gruesos porque unos son de cuerda y los otros se golpean”</p> <p>Grupo 4. “Los sonidos no son iguales porque algunos tienen sonidos carrasposos y algunos tienen sonidos ligeros y agudos también hay sonidos graves algunos suenan armónicos”.</p>	<p>Se puede identificar que los estudiantes describen los diferentes sonidos como agudos y graves, los conocen a partir de su experiencia en la clase de música. nombran que cada uno de los instrumentos escuchados tiene un tono determinado y explican que algunos sonidos son armónicos.</p> <p>Hacen una descripción detallada de los sonidos de los instrumentos y los describen como suaves, fuertes, gruesos, ligeros y carrasposos.</p> <p>Los estudiantes asocian el tono a diferentes características perceptibles de los sentidos, como suave, duro, rígido carrasposo entre otros, lo que permite pensar que su oído percibe aquellas vibraciones del medio, con el sentido del tacto las vibraciones son conducidas a través del cuerpo.</p>

<p>Escribe las fuentes de los sonidos que pudiste identificar en lo que escuchaste. (video)</p>	<p>Grupo 3. “Reconocimos el sonido de una flauta porque fue el más fácil de reconocer, también reconocimos el sonido de algunas voces de opera una voz más gruesa que la otra, reconocimos dos perros nos parecía que había uno pequeño porque el latido era más agudo, y uno grande porque era más gruesa”.</p> <p>Grupo 6. “los sonidos que escuchamos, un perro una flauta, maracas, el triángulo, un reloj, las campanas de una iglesia, un tren, unos bongos, un xilófono, una flauta, una niña tosiendo, la guacharaca, una mujer cantando opera y otro cantante normal”.</p>	<p>Los grupos identifican algunas de las fuentes del video y hablan de los sonidos emitidos caracterizándolos como graves y agudos.</p> <p>El grupo 3 menciona que la flauta es el sonido más fácil de reconocer, y hacen una comparación de cada uno de las voces escuchadas identificándolas como gruesas.</p>
<p>De acuerdo a lo anterior clasifica los sonidos que tengan una característica en común.</p>	<p>Grupo 2. “Triangulo – xilófono: suenan similares a los agudos de un triángulo similar a un xilófono”.</p> <p>“Pandereta- guacharaca: sus sonidos son similares un sonido medio seco y bajo”.</p> <p>“son dos voces femeninas ya que sus voces son agudas”</p> <p>Grupo 4.” Flauta- clarinete:” porque los 2 se tienen que soplar para producir un sonido”.</p> <p>“xilófono- piano: porque los dos tienen que tocar para que suene”.</p> <p>“Guitarra-banyo: porque los dos son de cuerda frotada”</p> <p>Grupo 3. “Grupo 1 son agudos los sonidos, grupo 2 las notas suelen ser más altas y otras más gruesas”.</p>	<p>Se observa que los estudiantes clasificaron los diferentes sonidos haciendo énfasis a características similares que encontraron entre ellos, como lo</p> <p>Se identifica que los estudiantes explican que para que se produzca un sonido es necesario generar una acción sobre el instrumento.</p> <p>Los estudiantes del grupo 3 clasifican cada uno de los sonidos emitidos como sonidos fuertes, altos y describen las notas como suaves y gruesas.</p>

Actividad 2: Interacción con instrumentos musicales (flauta, guitarra).

Se planteó una segunda actividad con el propósito de que los estudiantes pudieran identificar el sonido emitido por fuentes diferentes, en este caso instrumentos musicales como la guitarra y la flauta. Esta actividad se constituye en escuchar sonidos sucesivos y simultáneos y por último la exploración de los instrumentos por parte de los estudiantes.

Tabla 3: Análisis de resultados segunda actividad momento 1

pregunta	Respuesta	Observaciones
Al escuchar los instrumentos ¿Qué sonido pudiste identificar?	<p>Grupo 3. “Agudos y graves, altos y bajos y sonidos identificados con la naturaleza”</p> <p>Grupo 2. “Podemos identificar que cada uno de ellos nos da a entender los reflejos de los que tienen sonidos agudos, extensos de una sola nota.</p> <p>Grupo 4. “El sonido de la guitarra es más corto y el de la flauta más largo y se están tocando una misma nota”</p>	<p>Se pudo observar que los estudiantes asocian sonidos que emiten los instrumentos con algunas sonoridades de la naturaleza debido a las características que encuentran entre algunos animales, y los intervalos consonantes de los instrumentos musicales clasificándolos entre altos y bajos.</p> <p>Describen que la flauta y la guitarra emiten sonidos distintos, considerando que al tocar la misma nota en el instrumento se conoce su timbre.</p>
Describe el sonido emitido por los instrumentos.	<p>Grupo 4. “El sonido de la guitarra es más grave y el de la flauta más agudo. La flauta dura más tiempo que la guitarra porque tiene un constante sonido.”</p> <p>Grupo 6. “El sonido de la flauta es más duradero y más suave y el sonido de la guitarra dura menos y es más grave”.</p>	<p>Los estudiantes especifican como es el sonido de los instrumentos y hacen referencia a sonidos agudos y graves utilizando términos como suave, duradero.</p>
Al escuchar sonidos sucesivos en	Grupo2. “En el piano las notas	Se observa que al escuchar

<p>la guitarra, comparte tus ideas con tus compañeros y describe como es el sonido emitido.</p>	<p>suenan más agudas y en la guitarra más secos, como el vibrato de las notas del piano los sonidos son claros.”</p> <p>Grupo 5. “A nosotros nos sonó como un patrón musical por lo que sonaba en orden de las notas musicales”</p> <p>Grupo 6. “El sonido es como pausado haciende a grave y luego agudo.”</p>	<p>sonidos sucesivos los estudiantes interpretan sonidos agudos y graves, e intentan explicar un orden de notas musicales que va desde lo más bajo hasta lo más alto, identificando sonidos distintos.</p>
<p>Escucha detenidamente los sonidos sucesivos de la flauta. ¿Cómo es el sonido?</p>	<p>Grupo 4. “El sonido es más agudo en unas notas a veces sube y a veces baja”.</p> <p>Grupo2. “El sonido de la flauta más liviano y agudo”.</p> <p>Grupo3.” El sonido es largo, es decir que es de más duración cada una de las notas”.</p>	<p>Los grupos llegan a la conclusión que el sonido es agudo y que tiene un sonido largo identificando que en algunas notas el sonido aumenta o disminuye.</p>
<p>¿Los sonidos emitidos por la flauta y la guitarra son iguales o diferentes?</p>	<p>Grupo 6. “Son diferentes porque los instrumentos de viento hacen unos sonidos más agudos que el de la cuerda y en diferentes notas como en el DO suenan igual.”</p> <p>Grupo 2. “No los sonidos de la flauta son más agudo insolvente y los de la guitarra son más elevados y sus agudos así que no”.</p> <p>Grupo 3. “Los sonidos emitidos por la flauta son diferentes porque los sonidos de la flauta son de más larga duración. Y el de la guitarra es más grave.</p>	<p>Se afirma que los estudiantes identifican sonidos agudos en la flauta y sonidos graves en la guitarra, y existe una interpretación de notas emitidas por los instrumentos.</p>
<p>Escucha con mucha atención los sonidos simultáneos de los dos instrumentos dichos anteriormente. Comparte ideas con tus compañeros, y describe el sonido emitido.</p>	<p>Grupo 2. “El sonido de la flauta es un sonido más grave con notas de DO a DO que se vuelve más agudo o más baja”.</p> <p>Grupo 4. “Los dos tienen el mismo tono, pero a la final se desenvuelve diferente al llegar al</p>	<p>Los estudiantes identifican notas musicales, a partir de esto describen que los sonidos tienen un mismo tono construyéndose así una melodía.</p>

	<p>oído y se sentía una vibración cuando el profesor toco al mismo tiempo las notas”.</p> <p>Grupo 1. “Los instrumentos cuando sonaron al mismo tiempo sonaban como una melodía suave y a la vez vibrante”.</p>	
¿Qué diferencia pudiste encontrar entre los dos sonidos?	<p>Grupo 2. “Uno es grave y uno es agudo, pero tienen las mismas notas”.</p> <p>Grupo 4. “Que el sonido de la guitarra es más alto y el de la flauta más bajo. Que la guitarra es más gruesa y la flauta más suave”.</p>	Se reafirma que los estudiantes identifican sonidos graves y agudos, notan ciertas diferencias y características previas de cada instrumento. Como por ejemplo que el sonido de la guitarra es más corto sus cuerdas producen un sonido consonante, cuando se relacionan dos notas musicales puede que se reproduzca una melodía agradable al oído. La flauta produce un sonido liviano acorde a las notas que se estén tocando.
Si tocan dos notas musicales en el mismo instrumento. ¿Existen diferencias? ¿Cuáles?	<p>Grupo 4. “si existen las diferencias son que la guitarra, aunque se toque suena de manera gruesa y si se toca otra nota va a sonar más agudo o más gruesa”</p> <p>Grupo 1. “Al principio se escucha carrasposo y vibrante y finalizando se escucha una melodía más suave”.</p>	Los estudiantes describen una melodía que identifican a partir de las notas tocadas por los instrumentos.
Toquen la misma nota en los dos instrumentos. ¿El sonido emitido es el mismo? ¿Por qué?	<p>Grupo 2. “En la guitarra cada cuerda emite una nota musical que entre más delgada sea la nota más aguda va hacer”.</p> <p>Grupo 6. “No es el mismo que el de la guitarra porque es más grave y cuando se cambia de nota”.</p>	Se observa que los estudiantes hacen una diferencia entre notas emitidas por los instrumentos y hacen la aclaración que los sonidos producidos son diferentes, lo asocian con sonidos graves, agudos y delgados.

La implementación del momento I permitió reconocer que los estudiantes identifican los sonidos emitidos como agudos y graves, y lo asocian a palabras como suave, carrasposa, ligera, corta y larga entre otros. Esto les permite tener un lenguaje para poder expresar como están interpretando el sonido y en general el tono como objeto de estudio. Además, se puede observar que reconocen las notas musicales interpretadas por los instrumentos, ya que en el proceso de su formación académica toman la clase de música, por ello existe un conocimiento que fortalece aún más su conexión con el sonido, con la intención de que puedan descubrir una melodía y diferenciar los tonos.

Estas actividades se plantearon con un propósito identificar el conocimiento de los estudiantes acerca del tono como fenómeno de análisis en el ámbito escolar, teniendo en cuenta que los chicos realizan una descripción de los sonidos emitidos (agudos y graves) y construyen su propio lenguaje para referirse y explicar que cada instrumento tiene un sonido particular.

Momento 2: Descubriendo el tono de las cuerdas.

El momento se construye con el objetivo de seguir ampliando la experiencia de los estudiantes a partir de actividades con cuerdas de diferentes longitudes, grosores y tensiones. Esto con el propósito de identificar diferentes tonos. Así mismo se hace la exploración con cuerdas de idénticas longitudes y grosores y masas distintas con la idea de poder descubrir un sonido.

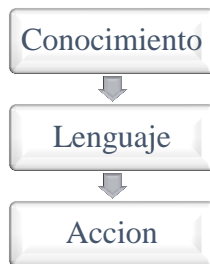


Ilustración 2 Criterios momento 2

Actividad 1: Jugando con cuerdas de diferentes longitudes

La actividad se desarrolla con el propósito de que los estudiantes logren identificar sonidos con cuerdas de diferentes longitudes y así mismo compartan sus ideas a los demás compañeros, intentando realizar análisis y reflexiones acerca de la experiencia. Así mismo observando y explorando que sucede con la cuerda vibrante cuando se fracciona a $1/2$ y $1/4$ con la intención de que reconozcan los diferentes tonos emitidos por las cuerdas. Por consiguiente, también se tomará cuerdas con iguales longitudes y masas distintas que estarán colgadas en sus extremos.

Tabla 4: Análisis de resultados primera actividad- Momento 2

Pregunta	Respuesta	Observaciones
¿Si cambias las longitudes de las cuerdas y pulsas las cuerdas a $1/2$, $1/4$ que sonidos identificas?	<p>Grupo 1. “Se identifica en $1/2$ suave y en $1/4$ sonaba grueso”.</p> <p>Grupo 4. “El sonido de las cuerdas son diferentes una suena como un bajo la de la mitad como una guitarra y la última también como un bajo”.</p> <p>Grupo 6. “La más delgada suena más agudo la más gruesa suena más grave”.</p>	Se observa que los estudiantes relacionan el sonido de las cuerdas con instrumentos musicales, así mismo expresan las relaciones entre la longitud de la cuerda y el grosor.
¿Cómo es el sonido que pudiste	Grupo 5. “Grave, agudo, más	Los estudiantes clasifican los

identificar? l , $l/2$, $l/4$	agudo. Grupo 4. “Guitarra, bajo, uquelele” Grupo 6. “Sonó más duro y se sentía las vibraciones. Sonó más aguda, se escuchó más duro y más aguda”	sonidos a partir de las longitudes de las cuerdas describiéndolos como agudos y graves, lo interpretan como los sonidos producidos por los instrumentos. El grupo 6 se refiere al sonido como duro, tomando en cuenta que se habla de otra cualidad del sonido intensidad.
¿Los sonidos emitidos son iguales o diferentes? Justifica tu respuesta.	Grupo 5. “No son iguales porque su frecuencia cambia” Grupo 6. “Son diferentes porque unos suenan más agudos y más duro” Grupo 4. “son diferentes porque las cuerdas tienen una longitud distinta”	Se identifica que los estudiantes relacionan la frecuencia de vibración de la onda sonora emitida por la cuerda.
¿Si cambias las tensiones de las cuerdas el sonido emitido cambia?	Grupo 1. “Si porque cambian los ritmos a suave y a duro” Grupo 2. “si entre más tensión el sonido es más controlado y agudo.	Se observa que los estudiantes siguen describiendo el sonido emitido como duro y relacionan que entre más tensionada este la cuerda el sonido es más agudo.
¿Al pulsar las cuerdas pudiste identificar un sonido bajo o alto?	Grupo 3. “Un sonido bajo porque le falta resonancia” Grupo 2. “El grueso es el bajo y el delgado es el alto porque los sonidos no son iguales”	Se observa que los estudiantes en el grupo 3 mencionan baja resonancia en la cuerda esto hace énfasis a la longitud, masa y tensión de la cuerda. A diferencia de los estudiantes del grupo 2 describen el sonido como bajo y alto y lo asocian al grosor de la cuerda.

Actividad 2: Interacción entre cuerdas y elementos de diferentes pesos

La construcción de la actividad está constituida con el fin de que los estudiantes sigan explorando el sonido que produce una cuerda de igual longitud y grosor, en cada uno de sus

extremos se encuentra una masa. Por lo tanto, la interacción de los estudiantes con la experiencia les permite identificar sonidos y expresarse con su propio lenguaje realizando una descripción de los sonidos producidos.

Tabla 5 Análisis de resultados segunda actividad- Momento 2.

Pregunta	Respuesta	Observaciones
<p>Tomas cuerdas de idénticas longitudes y grosores mantenlas sujetas unos soportes y en sus extremos cuelga diferentes masas. ¿Cómo es el sonido?</p> <p>¿Los grosores de las cuerdas influyen en la emisión de los sonidos?</p>	<p>Grupo 5. “Grosor delgado- sonó mucho más alto que la gruesa. Grosor grueso- en un lado es más alto el sonido que en la otra”</p> <p>Grupo 2. “Grosor delgado- se escucha más. Grosor grueso- es grueso porque la longitud no es igual, se escucha menos”</p> <p>Grupo 4. “Grosor delgado- el sonido es más agudo, pero más duro. Grosor grueso- que tiene más claro el sonido”</p> <p>Grupo 6. “Si porque el peso hace que suene más grave en la gruesa y en la delgada suena más duro y más agudo”</p> <p>Grupo 5. “Entre más gruesa más grave y entre más delgada más aguda”</p> <p>Grupo 4. “Los sonidos son iguales porque una cuerda es más gruesa y emite un sonido más bajo y la cuerda delgada emite un sonido más fuerte.</p>	<p>Se identifica que los estudiantes al pulsar la cuerda de grosor delgado identifican un sonido agudo, sin embargo, mencionan la palabra “duro” que la relaciona con la intensidad del sonido.</p> <p>Al pulsar la cuerda gruesa los estudiantes identifican un sonido alto y claro.</p> <p>Para los estudiantes la masa puesta en los extremos de la cuerda hace que el sonido producido por la cuerda de grosor delgado sea grave.</p> <p>Para los estudiantes del grupo 4 identifican que la cuerda gruesa emite un sonido más bajo a diferencia de la cuerda de grosor delgado emite un sonido “fuerte”, que hace referencia a la intensidad del sonido.</p>
<p>¿La longitud de la cuerda afecta la emisión de los sonidos? ¿La longitud de la cuerda genera que los sonidos sean iguales o diferentes?</p>	<p>Grupo 1. “Son diferentes porque una suena más grave y otro más agudo y cuando se juntan suenan iguales”</p> <p>Grupo 6. “Diferente por la tensión de la cuerda y cada vez aguda”.</p>	<p>Se afirma que los estudiantes identifican los sonidos emitidos por las cuerdas y hacen referencia a sonidos agudos y graves, y asocian que las tensiones de las diferentes tensiones de las cuerdas.</p>
<p>¿Podrías construir una escala musical a partir de</p>	<p>Grupo 3.</p>	<p>Se puede observar que los estudiantes edifican la escala</p>

<p>los sonidos emitidos por las cuerdas?</p>	<div data-bbox="548 205 945 445" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="535 487 646 520">Grupo 4.</p> <div data-bbox="555 562 993 823" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="535 877 646 911">Grupo 6.</p> <div data-bbox="548 949 993 1255" data-label="Image"> </div>	<p>a partir del grosor de la cuerda y su longitud y describen su escala desde un sonido agudo hasta el más grave. Se podría decir que intentan identificar los intervalos armónicos entre las notas, así mismo describiendo que existe sonidos distintos entre cuerdas de diferentes longitudes.</p> <p>Los estudiantes del grupo 4 construyen su escala a partir de su experiencia describiendo que los sonidos empiezan a emitirse desde el más agudo esto quiere decir que el sonido de una fuente o un instrumento a medida que aumenta se va escuchar agudo y cuando va disminuyendo tiende a oírse suave.</p> <p>Los estudiantes del grupo 6 dibujan una escala la cual está constituida por las notas musicales cada una está ubicada en relación a su sonido, la nota Do produce un sonido bajo, la nota Re emite un sonido no tan bajo, la nota Mi aumenta su tonalidad, pero Fa, Sol y La son las notas que producen un sonido más alto. En esta escala también se identifica una relación entre las notas que podrían emitir un sonido hermoso.</p>
--	--	--

El desarrollo del momento permitió que los estudiantes identificaran diferentes sonidos emitidos por cuerdas de igual longitud, así mismo describen sonidos agudos y graves en

longitudes de cuerdas a $1/4$ y $1/2$, relacionando los grosores de las cuerdas y las masas que estuvieron puestas en sus extremos. Se asume que los estudiantes reconocen sonidos entre cuerdas de diferentes grosores y construyen elementos claves para hablar del tono como cualidad del sonido, por ejemplo, se refieren a los sonidos como suaves, cortos y largos. Sin embargo, al identificar sonidos agudos lo asocian a sonidos fuertes, aclarando que ya estarían hablando de la intensidad de un sonido y no al tono.

Por ello, se identifica que en el desarrollo de la experiencia en el aula los estudiantes construyeron sus ideas a partir del conocimiento que ya tenían, con base a esto se propició una exploración del tono como estudio en la enseñanza de la física permitiendo que los chicos crearan un lenguaje que va en relación a su forma de pensar e interpretar el mundo de las ciencias.

Momento 3: Fabricando y explorando instrumentos musicales

Se diseña un último momento con el propósito de que los estudiantes identificaran sonidos producidos por la flauta y la guitarra. Además de la construcción de los instrumentos se buscaba la interacción entre el objeto, y el estudiante. Por ello que pudieran describir si las diferentes longitudes de los tubos de la flauta producían un mismo sonido o si existían características similares entre los sonidos de las cuerdas de la guitarra.

En este orden de ideas la construcción del momento permitió que se desarrollara un análisis entre los dos instrumentos, así mismo se realizaron reflexiones por parte de los estudiantes alrededor de la flauta y la guitarra observándose que cada uno tiene características diferentes como los sonidos emitidos algunos pueden ser muy cortos, suaves y largos.

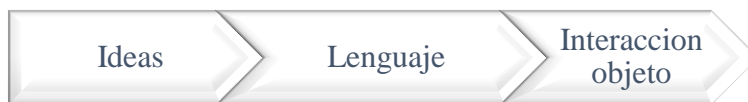


Ilustración 3 Criterios momento 3

Actividad 1: Construcción de flauta y guitarra

Esta actividad se construye con el propósito de poder retomar todas las ideas de los estudiantes acerca del tono como objeto de estudio en la enseñanza de la física. En esta actividad los estudiantes construyeron una guitarra y una flauta con la intención de hacer una descripción más detallada de los sonidos.

Tabla 6 Análisis de resultados primera actividad- Momento 3

Pregunta	Respuesta	Observaciones
¿La longitud de los tubos genera un sonido diferente?	<p>Grupo 3. “La longitud de los tubos afecta el sonido, entre más corto es más grave el sonido”.</p> <p>Grupo 2. “si porque al soplar la densidad no es igual”</p> <p>Grupo 4. “Si generan un sonido diferente porque al soplar el aire hace rebotar en los tubos y genera diferentes sonidos”</p>	<p>Los estudiantes identifican que los sonidos emitidos por la flauta no son iguales, y lo relacionan a la longitud del tubo, optando por describir sonidos suaves y fuertes.</p> <p>Se observa que los estudiantes del grupo 2 confunden la densidad con generar una vibración por nuestros labios en un instrumento musical y describiendo que este emite un sonido distinto.</p>
¿Al soplar los tubos pudiste identificar sonidos iguales? Justifica	<p>Grupo 5. “si, porque obtiene notas distintas junto con las frecuencias”</p> <p>Grupo 4. “no, porque cada uno tiene una longitud diferente y hace que el sonido sea más agudo</p>	<p>Los estudiantes del grupo 5 describen las notas emitidas por la flauta y lo relacionan con la frecuencia que corresponde a la longitud de la columna de aire y como está construido el instrumento.</p>

	o más grave”	Los estudiantes del grupo 4 identifican diferentes sonidos a partir de la longitud haciendo énfasis que la frecuencia es inversamente proporcional al largo del tubo.
¿Describe los sonidos en los tubos largos y cortos?	<p>Grupo 1. “Los tres tubos cortos sonaron diferente, liviano suave y agudo”</p> <p>“Los dos sonidos sonaron casi agudos”</p> <p>Grupo 5. “Los tubos cortos son más agudos que los largos”</p> <p>“Son mucho más grave que los tubos cortos”</p> <p>Grupo 4. “Tubos cortos- suenan más duro y son más agudos”.</p> <p>“son parecidos pero el más largo es más agudo y es más preciso.</p>	Los estudiantes describen el sonido emitido por los tubos de menor longitud como un sonido agudo, a diferencia de los tubos de mayor longitud su sonido es grave.
<p>Empieza a construir una linda guitarra y descubre los sonidos.</p> <p>¿Al pulsar las bandas describe el sonido emitido?</p>	<p>Grupo 1. “Los tres cauchos suenan diferente el primero suena fuerte, el segundo suena suave, el tercero suena agudo”.</p> <p>Grupo 5. “Sonó muy bajo y su frecuencia es muy distinta a otros objetos”.</p>	<p>Se observa que los estudiantes identifican sonidos emitidos por la guitarra como fuertes y suaves, teniendo en cuenta que sonidos fuertes se refiere a la intensidad del sonido y no al tono del instrumento.</p> <p>Así mismo descubren una frecuencia baja (grave) en el sonido emitido.</p>
<p>Al pulsar las bandas de nuevo. ¿Es diferente el sonido?</p>	<p>Grupo 1.” Cuando se unieron los colores sonaron más duro”</p> <p>Grupo 2. “si son diferentes porque la roja es más gruesa y la café es más delgada”</p>	Los estudiantes identifican sonidos “duros” que se relacionan con la intensidad del sonido y hacen una diferencia entre el grosor de las bandas.
<p>Si acercas los lápices y pones a vibrar las bandas. ¿Qué sonido se produce?</p>	<p>Grupo 1. “Suena como una guitarra”</p> <p>Grupo 4. “La banda roja suena más fuerte”</p>	<p>Se observa que los estudiantes interpretan las vibraciones de las bandas como el sonido de la guitarra original.</p> <p>Los estudiantes del grupo 4</p>

		identifican que la banda roja suena más fuerte asociándolo a la intensidad del sonido y no a sonidos graves y agudos.
--	--	---

El desarrollo de la actividad del tercer momento permitió que los estudiantes exploraran un instrumento de viento y uno de cuerda, con la idea de poder identificar los sonidos emitidos por los instrumentos, considerando que cada elemento tiene un sonido particular. Identificando que se produce un sonido cuando se hace vibrar la columna de aire que compone al instrumento, así mismo al pulsar las cuerdas de la guitarra, esto propició seguir conociendo e indagando el conocimiento de los estudiantes a través de la interacción y la acción que ejercen sobre un instrumento esto les proporciona organizar sus ideas para hablar del tono descubriendo sonidos agudos, graves, suaves, livianos entre otros.

Por otra parte este momento también se creó con la intención de propiciar un espacio agradable entre los estudiantes estimulándolos a la construcción de instrumentos musicales, esto ayudó a generar nuevas preguntas acerca del sonido, considerando que cada estudiante piensa de una manera distinta y organiza sus reflexiones sobre el mundo físico de una forma distinta, recordando que a partir de su experiencia, conocimiento y observaciones logra referirse a características propias del tono de un sonido.

Capítulo IV: Conclusiones Finales

En este capítulo se describen las reflexiones alcanzadas en el desarrollo de esta investigación, en cuanto a los ejes temáticos que se abordaron: Análisis acerca del trabajo de Pitágoras a partir de las cuerdas, el tono como objeto de estudio en la clase de ciencias, y la indagación de conocimiento de los estudiantes a partir de su experiencia.

El trabajo de Pitágoras demuestra que su preocupación no estaba orientada tanto en describir el sonido, había una intención de mirar la armonía musical como una expresión del universo, lo que implica que el trabajo sobre el sonido está vinculado con una visión bella del universo en general que se encuentra fundamentada en la filosofía pitagórica.

La investigación que se presenta sobre la armonía pitagórica resalta la importancia de conocer los contextos en que se produce el conocimiento científico, permitiendo tener una comprensión sobre las problemáticas de fenómenos de estudio y de ideas científicas que dieron origen a los elementos de la ciencia, por ello al llevar contenidos de enseñanza en relación con la ciencia se debe hacer desde una forma más significativa con el propósito de que exista una comprensión más alta.

En el desarrollo de la presente investigación se identificaron elementos claves en la búsqueda de las ideas de los estudiantes acerca del sonido y el tono como objeto de estudio en la clase de ciencias, considerando que a partir de la experiencia y el conocimiento pueden expresar sus ideas frente a un fenómeno de la naturaleza, teniendo en cuenta que cada uno de los estudiantes tiene una manera diferente de interpretar el mundo que los rodea. Así pues, a partir de las actividades realizadas en clase se logró que los jóvenes identificaran sonidos a través de experiencias con instrumentos musicales, esta interacción les permitió acercarse al fenómeno sonoro y realizar

reflexiones acerca de los tonos emitidos por los tubos de diferente longitud y en cuerdas vibrantes de diferentes grosores y tensiones, descubriendo así una sucesión de sonidos bellos en relación a las notas emitidas por los instrumentos.

Los estudiantes de grado octavo del colegio Ciudadela Educativa de Bosa ya tenían un conocimiento y un lenguaje propio para referirse a tonos de sonidos que se producen a través de diferentes fuentes. Reconociendo que al indagar sobre el conocimiento que construyen los jóvenes a partir de su experiencia y situaciones de estudio que se crean en el ambiente escolar usando herramientas musicales, por ello tienen la posibilidad de determinar su propio lenguaje para expresarse acerca del tono como cualidad física e identificar características propias de un instrumento musical.

Se logró crear un espacio en donde los estudiantes pudieran participar de las actividades planteadas con la finalidad de conocer sus reflexiones acerca del sonido. Considerando que el ambiente escolar permite que los estudiantes interactúen con sus compañeros, compartan sus ideas y tengan una relación entre maestro y alumno. Por lo tanto, estas reflexiones se desarrollan a partir de las actividades presentadas en la ruta de aula con la intención de estimular la participación de los jóvenes, así mismo con base a sus ideas conocer cómo se expresan frente al mundo físico, por ello la interacción y la observación de fenómenos de la naturaleza genera en los estudiantes nuevas construcciones de elementos claves.

Considerando que el ambiente escolar se presta para que los estudiantes formen relaciones interpersonales y expresen sus ideas acerca de contenidos que presentan los docentes en la clase de ciencias, resaltando que el maestro es una persona capaz de crear estrategias didácticas con la idea de promover y estimular la construcción de un conocimiento nuevo en sus estudiantes. En

este orden la interacción entre maestro-alumno permite crear y generar preguntas a la hora de hablar de fenómenos físicos por ende es el maestro el que ayuda a impulsar a los estudiantes a diseñar reflexiones sobre el mundo físico y así mismo a cuestionarse sobre problemáticas que existen en el aula y a las debilidades que presentan los estudiantes en cuanto a la comprensión de la física.

A partir de la ruta de aula que se implementó con estudiantes de grado octavo, se logró indagar sobre las ideas que construyen los chicos a partir de su diario vivir, esto se llevó a cabo a partir de dinámicas realizadas en el aula permitiendo el acercamiento de los jóvenes al sonido y en particular al tono, de acuerdo con esto se consiguió que establecieran relaciones entre el tono de un sonido, reconociendo que los instrumentos musicales son herramientas didácticas que implementan el proceso de aprendizaje de los estudiantes en cuanto a la enseñanza del sonido y como a partir de esto pueden crear y organizar sus propias ideas para referirse al tono de un sonido, considerando que en su vida cotidiana experimentan todos los días el fenómeno sonoro.

Para terminar, considero que desde mi práctica como docente en formación, he logrado hacer reflexiones frente a las diferentes problemáticas que se encuentran en el contexto escolar, esto me ha permitido crear un diálogo con mis estudiantes acerca de las dificultades que se presentan en la enseñanza de la física y a buscar estrategias de aprendizaje que ayuden como complemento en la comprensión de contenidos que se enseñan en la clase de ciencias.

Referencias Bibliográficas

- ANSA, A. M. (s.f.). El txistu. Sus ondas armónicas
- Andrew Rex, R.W. (s.f.) fundamentos de física.
- Alfonso, K, & Cárdenas, D. (2015). La convertibilidad como una estrategia epistemológica para el estudio de los fenómenos físicos (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia
- Cromer, A.H. (s.f.) Física para las ciencias de la vida. Reverte, S.A.
- Fernández, M. (2000). Acústica para todos, ¡incluidos los músicos!
- Gonzalez-Davila, J. (s.f.), Matemáticas y música, sobre la contribución de las matemáticas a la teoría del sonido.
- Helmholtz, H.L. (1885). On the sensations of tone.
- Jiménez, G, & Pedreros R. (2016). El aula como sistema de relaciones módulo de pedagogía II.
- Martin, A.P. (2008). matemáticas en la música, 17-21.
- Miyara, F. (s.f.). La música de las esferas: de Pitágoras a Xenakis... y más acá., 1-19.
- Marcelo Alonso, Virgilio Acosta. (1986). Introducción a la física II acústica-óptica, electromagnetismo. Bogotá publicaciones cultural.
- Mesa, A.g. (s.f.). Oscilaciones y ondas. Universidad Nacional De Colombia.
- Martínez, R., J. (2010). La música de las esferas tradición y el canon astronómico-musical de Kepler, 4-15.
- Ozamis, M.O. (1986). Los pitagóricos.
- Pastor, V. (s.f.). Introducción a la acústica de los instrumentos de viento-metal.
- Reyes, M.M. (2006). Música como ciencia y las ciencias de la música: su importancia en la educación.
- Resnick, R., Hallyday, D., & Krane, K. (s.f.). física volumen I.
- Stolik, D. (2005). El aporte de los físicos al desarrollo de la música.
- Saitta, C. (2004). El timbre como factor estructurante.
- Tiburcio, S. (2001-2002). Música y matemáticas, 21-26.

Tomasini, M.C. (2003). El fundamento matemático de la escala musical y sus raíces pitagóricas.

Tippens, P.E.(s.f.). física conceptos y aplicaciones quinta edición.

Vidal.J.(1984). Curso de fisica-mecanica, calor, acústica. STELLA viamonte 1984 Buenos Aires.

Anexo 1: En busca de las ideas acerca del tono

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
LICENCIATURA EN FISICA
COLEGIO CIUDADELA EDUCATIVA DE BOSA

NOMBRE----- CURSO----- FECHA-----

“El sonido no es una realidad, es una sensación.”

Esto quiere decir que el sonido no existe sino es dentro de nuestra cabeza, y aunque coloquialmente usemos el mismo vocablo para designar a la causa y al efecto, tenemos que saber que los cuerpos no “suenan”, sino que “vibran”. Y esta vibración es la que, una vez captada por nuestro sentido del oído, nos produce una sensación que todos definimos como “sonido” (Fernandez, 2000).



En la vida cotidiana escuchamos diferentes sonidos como los emitidos por los carros, las ambulancias, los sonidos provenientes de animales, las voces de diferentes personas, la música, entre otros.

1. Toma cuatro elementos diferentes del salón y realiza alguna acción sobre ellos para que se produzca un sonido. ¿Los sonidos son iguales? ¿En qué consisten tales diferencias? Explicalas detalladamente.
2. ¡Prepara muy bien tu oído! Cierra los ojos y concéntrate para que puedas oír detenidamente.

Escribe las fuentes de los sonidos que pudiste identificar en lo que escuchaste.-----

De acuerdo a lo anterior clasifica los sonidos que tengan una característica en común.

Grupo I	Grupo II

Al escuchar los instrumentos ¿Qué sonido pudiste identificar?-----

Describe el sonido emitido por los instrumentos-----

Al escuchar la flauta y la guitarra, ¿ Emiten el mismo sonido?-----

Al escuchar sonidos sucesivos en la guitarra, comparte tus ideas con tus compañeros y describe cómo es el sonido emitido.-----

Escucha detenidamente los sonidos sucesivos de la flauta. ¿Cómo es el sonido?-----

De acuerdo a lo anterior clasifica los sonidos que tengan una característica en común.

Grupo I	Grupo II

Al escuchar los instrumentos ¿Qué sonido pudiste identificar?-----

Describe el sonido emitido por los instrumentos-----

Al escuchar la flauta y la guitarra, ¿ Emiten el mismo sonido?-----

Al escuchar sonidos sucesivos en la guitarra, comparte tus ideas con tus compañeros y describe cómo es el sonido emitido.-----

Escucha detenidamente los sonidos sucesivos de la flauta. ¿Cómo es el sonido?-----

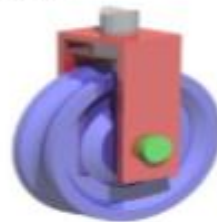
Anexo 2: Descubriendo el tono de las cuerdas.



¿Alguna vez has escuchado hablar de Pitágoras y su estudio acerca de la naturaleza de los sonidos musicales? Pitágoras descubrió la relación numérica entre tonos que sonaban bellos, a partir de su experiencia con el monocordio un instrumento musical de cuerda.

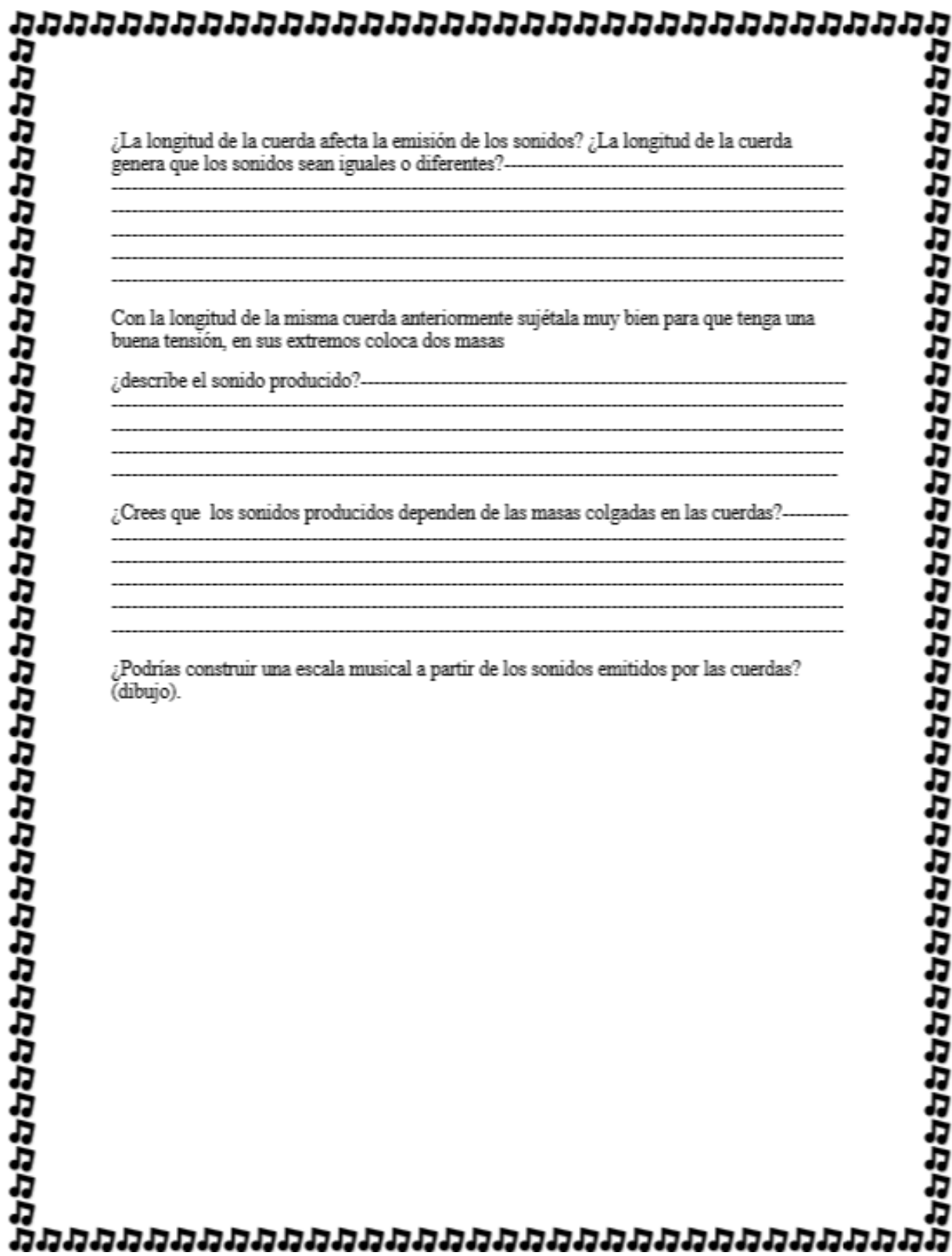


1. Reúnete con tus compañeros y toma cuerdas de diferentes longitudes pulsa cada una de las cuerdas e identifica los sonidos. Toma una prensa de mesa con gancho para cambiar la longitud de la cuerda.
2. Materiales: Nailon de diferente grosor y una polea.



3. ¿Si cambias las longitudes de las cuerdas y pulsas la cuerda a $1/2$, $1/4$ que sonidos identificas?-----

Longitud	¿Cómo es el sonido que pudiste identificar?
l	
$l/2$	
$l/4$	



¿La longitud de la cuerda afecta la emisión de los sonidos? ¿La longitud de la cuerda genera que los sonidos sean iguales o diferentes?-----

Con la longitud de la misma cuerda anteriormente sujétala muy bien para que tenga una buena tensión, en sus extremos coloca dos masas

¿describe el sonido producido?-----

¿Crees que los sonidos producidos dependen de las masas colgadas en las cuerdas?-----

¿Podrías construir una escala musical a partir de los sonidos emitidos por las cuerdas? (dibujo).

Anexo 3: Fabricando y explorando instrumentos musicales

1. Interactúa y construye flautas con tus compañeros con la idea de poder identificar sonidos.

Utiliza: tubo pvc, pegante, colores, pinturas, pincel.

Empieza a construir:



Toma el tubo, corta el tubo a diferentes longitudes de tal manera que se obtenga cinco tubos cuyo tamaño vaya disminuyendo.



Luego pega los tubos de acuerdo con el tamaño y tapa los orificios de abajo del tubo de tal manera que los de arriba queden descubiertos.



¿La longitud de los tubos genera un sonido diferente?-----

¿Al soplar los tubos pudiste identificar sonidos iguales? Justifica.....

Describe el sonido en los tubos cortos.....

Describe el sonido en tubos largos.....

Empieza a construir una linda guitarra y descubre los sonidos.

1. Se necesita dos bandas elásticas una delgada y otra gruesa. Estíralas alrededor de una caja de leche, de extremo a extremo. Coloca dos lápices de diferente color bajo las bandas elásticas.



¿ Al pulsar las bandas describe el sonido emitido?.....

Al pulsar las bandas de nuevo. ¿es diferente el sonido?.....

Si acercas los lápices y pones a vibrar las bandas ¿Qué sonido se produce?.....

Construye una idea acerca del sonido producido por la guitarra.....

Bibliografía

Fernandez, M. (2000). *Acustica para todos, ¡incluidas las musicas!*

GRACIAS